

①9 RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE
PARIS

①1 N° de publication :
(à n'utiliser que pour les
commandes de reproduction)

15K/100
2 865 798

②1 N° d'enregistrement national : 04 00955

⑤1 Int Cl⁷ : F 27 D 1/10, F 27 D 1/12, 1/16, F 27 B 1/14, 1/24,
C 03 B 5/43

⑫

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

②2 Date de dépôt : 02.02.04.

③0 Priorité :

⑦1 Demandeur(s) : SAINT-GOBAIN GLASS FRANCE
Société anonyme — FR.

④3 Date de mise à la disposition du public de la
demande : 05.08.05 Bulletin 05/31.

⑤6 Liste des documents cités dans le rapport de
recherche préliminaire : *Se reporter à la fin du
présent fascicule*

⑦2 Inventeur(s) : PALMIERI BIAGIO, JACQUES REMI et
JEANVOINE PIERRE.

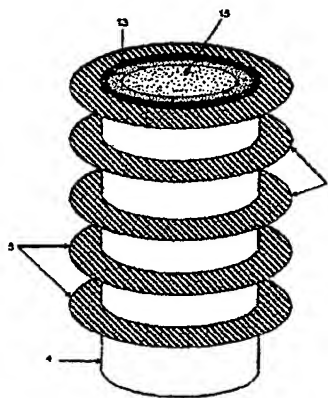
⑥0 Références à d'autres documents nationaux
apparentés :

⑦3 Titulaire(s) :

⑦4 Mandataire(s) : SAINT GOBAIN RECHERCHE.

⑤4 FOUR A ENVELOPPE METALLIQUE.

⑤7 L'invention concerne un four comprenant une enve-
loppe métallique (4) et une enveloppe réfractaire (15) pla-
cée à l'intérieur de l'enveloppe métallique (4) et destinée à
venir en contact avec le contenu à chauffer par le four. L'en-
veloppe métallique (4) contribue à homogénéiser et régler la
température, notamment en contribuant au refroidissement.
Elle peut être équipée d'ailettes de refroidissement (5).
L'enveloppe réfractaire (15) peut être en béton réfractaire
moulé, et donc dépourvu de joint. Le four est avantageuse-
ment équipé de brûleurs immergés. Le four peut servir à la
fusion du verre.



FR 2 865 798 - A1



FOUR A ENVELOPPE METALLIQUE

L'invention concerne un four à enveloppe métallique, pouvant être du type à
5 brûleurs immergés et pouvant être muni de moyens de refroidissements comme
des ailettes de refroidissement. Ce four peut notamment servir à la fusion de
matières vitrifiables en vue de réaliser un verre.

Les fours sont habituellement réalisés par l'assemblage de briques (ou
plaques) réfractaires assemblées de manière jointive (entre lesquelles un ciment
10 réfractaire peut être placé pour donner une cohésion et une étanchéité à
l'ensemble). Cependant, ce type d'assemblage traditionnel est assez fastidieux et
par ailleurs souffre d'une certaine fragilité notamment au niveau des joint
(notamment du ciment réfractaire) qui ne manquent généralement pas, à plus ou
moins brève échéance, de s'éroder pour contaminer le contenu du four et/ou faire
15 perdre de l'étanchéité au four. Par ailleurs, l'homogénéité de la température à
l'intérieur d'un four est un problème que l'on cherche en permanence à améliorer.

On a maintenant trouvé un nouveau four et un procédé de fabrication dudit
four, pouvant notamment faire appel à de nouveaux matériaux, et résolvant les
problèmes sus-mentionnés.

20 On définit comme axe vertical du four selon l'invention la verticale passant
par son barycentre. Il ne s'agit pas nécessairement d'un axe de symétrie. Cet axe
traverse le volume interne (utile) du four.

Le four selon l'invention comprend autour de son axe:

- une enveloppe métallique et
- 25 - une enveloppe réfractaire placée à l'intérieur de l'enveloppe métallique
et destinée à venir en contact avec le contenu à chauffer par le four.

Ces deux enveloppes font toutes deux le tour de l'axe vertical du four en au
moins un niveau horizontal. Le terme enveloppe ne signifie donc pas qu'elle
entoure nécessairement la totalité du four, c'est-à-dire le dessus, les côtés et le
30 dessous du four, mais plutôt qu'elle entoure l'axe du four en au moins un niveau
horizontal.

La présence de l'enveloppe métallique améliore l'homogénéité de la
température à l'intérieur du four car, du fait de la haute conductivité thermique de
son métal, elle contribue à accélérer la répartition de la chaleur entre les différents

endroits, notamment les différents niveaux horizontaux du four. De plus, elle facilite le réglage et le contrôle de la température du four et de l'enveloppe réfractaire car elle peut être refroidie. En effet, l'enveloppe réfractaire peut être en un matériau qu'il convient de ne pas trop chauffer sous peine de la voir fluer. C'est

5 notamment le cas du béton réfractaire évoqué dans la présente demande. Il est donc particulièrement important de ne pas dépasser les températures limites du matériau, ce qui n'est pas évident à réaliser si l'on souhaite travailler à proximité desdites températures limites. Ainsi, l'enveloppe métallique peut contribuer au refroidissement du four.

10 Le moyen de refroidissement de l'enveloppe métallique peut être l'un des suivants :

- convection naturelle de l'air ambiant,
- convection forcée par un ventilateur,
- aspersion d'eau,

15

- canalisation venant en contact avec l'enveloppe métallique (faisant par exemple le tour de cette enveloppe plusieurs fois) et parcourue par un fluide de refroidissement comme l'eau froide,
- ailettes de refroidissement.

Le refroidissement par une canalisation venant en contact avec l'enveloppe

20 métallique et parcourue par un fluide de refroidissement comme l'eau froide, présente l'inconvénient de ce que l'eau tend à se réchauffer pendant son parcours dans la canalisation, ce qui peut nuire à l'homogénéité du refroidissement.

La présence d'aillettes de refroidissement est préférée car ces ailettes jouent un double rôle : 1) refroidir l'enveloppe métallique et donc tout ce qu'elle

25 contient, et 2) renforcer l'enveloppe. En effet, malgré le rôle homogénéisateur de l'enveloppe pour la température, il est difficile d'atteindre l'égalité parfaite de la température en tous points de l'enveloppe métallique. De ce fait, on observe une tendance de cette enveloppe à se dilater moins fortement aux endroits plus froids, comme les coins ou parties plus extérieures du four. Ces différences de dilatation

30 selon les endroits de l'enveloppe métallique, conduisent à des déformations non négligeables (par exemple un effet « tonneau » dans le cas d'une enveloppe métallique cylindrique) que l'enveloppe réfractaire ne suit pas totalement du fait de son plus faible coefficient de dilatation. Cette disparité de comportement entre les

deux enveloppes conduit à des mouvements et frottements entre elles et à l'usure plus rapide de l'enveloppe réfractaire. Une autre conséquence néfaste de ce comportement est aussi l'inhomogénéité de température ainsi créée, menant à la formation de zones plus froides ou au contraire plus chaudes, ce qui perturbe le fonctionnement du four (le cas échéant un four de fusion du verre) et peut être préjudiciable à la qualité du produit fabriqué par le four. En effet, si l'enveloppe métallique se dilate plus fortement par exemple au milieu de sa hauteur (effet « tonneau » dans le cas d'un cylindre comme celui de la figure 3), l'évacuation de la chaleur provenant de l'intérieur du four pourra être encore plus difficile à ce niveau, provoquant une montée supplémentaire de température, laquelle accroîtrait encore la dilatation de l'enveloppe au même endroit. Ainsi, l'inhomogénéité de température, lorsqu'elle est créée pourrait avoir tendance à s'amplifier et pourrait conduire à la détérioration du four, notamment par surchauffe excessive de certaines zones résultant d'un refroidissement perturbé.

Les ailettes renforcent l'enveloppe métallique et la stabilisent sur un plan dimensionnel. En effet, même si la partie de l'ailette directement en contact avec l'enveloppe a tendance à se dilater comme l'enveloppe, plus on va vers l'extrémité de l'ailette, plus celle-ci est froide et lutte contre la dilatation de l'ensemble. Cet effet est d'autant plus fort que l'ailette fait le tour du four autour de l'axe horizontal. Des ailettes au moins partiellement horizontales sont de ce fait préférées. Ainsi, de préférence, au moins une ailette est au moins partiellement horizontale fait le tour du four autour de son axe vertical. Les ailettes sont généralement métalliques et forment des surfaces d'échange avec l'air ambiant en s'étendant vers l'extérieur du four. Elles peuvent notamment être parallèles à l'axe du four, ou perpendiculaires à l'axe du four.

On peut combiner le refroidissement par ailettes et au moins l'un des autres moyens de refroidissement, par exemple en envoyant un courant d'air sur les ailettes ou même en aspergeant les ailettes d'eau. La simple convection naturelle de l'air ambiant autour des ailettes peut être suffisante.

Afin de limiter encore les effets des différences de dilatation entre l'enveloppe métallique et l'enveloppe réfractaire, on place avantageusement entre ces deux enveloppes une feuille (ou matelas) compressible réfractaire, en un matériau pouvant absorber ces différences de dilatation comme une feuille de

matériau fibreux réfractaire par exemple du type feuille de Kerlane. Une telle feuille peut par exemple avoir 1 à 100 mm d'épaisseur. En l'absence de feuille compressible réfractaire, l'enveloppe réfractaire est juxtaposée à l'enveloppe métallique. Dans le cas de la présence d'une feuille compressible réfractaire, la
 5 feuille, placées entre ces deux enveloppes est juxtaposée à ces deux enveloppes.

L'enveloppe réfractaire peut être de tout type, y compris du type traditionnel (briques jointives). Dans ce cas, on préfère que l'épaisseur de l'enveloppe réfractaire soit suffisante pour qu'en cas de perforation indésirable (pouvant
 10 survenir surtout aux joints) le contenu du four puisse se solidifier au cours de sa progression dans la perforation. Bien entendu, cela n'est pas forcément possible pour tous les types de milieux, mais cela est en particulier envisageable pour le verre fondu. Si l'enveloppe réfractaire est suffisamment épaisse, son périmètre plus extérieur peut être suffisamment froid pour que le verre fondu se fige et colmate de ce fait la fuite.

15 Cependant, la demanderesse a découvert que l'enveloppe réfractaire pouvait avantageusement être réalisée par moulage d'un béton réfractaire. Un tel procédé présente l'avantage considérable de réduire voir éliminer totalement la présence de joints entre différentes briques réfractaires. Ainsi, on peut réaliser une enveloppe réfractaire monolithique, avec un minimum de joints, voire dépourvue
 20 de joints, pour venir en contact avec le contenu du four. De plus, ce type de fabrication est particulièrement simple de mise en œuvre. Ainsi, l'enveloppe peut avoir notamment un caractère monolithique en au moins un niveau horizontal. Ceci signifie qu'elle est dépourvue de joints en au moins un niveau horizontal : elle fait le tour de l'axe vertical du four en restant très homogène et sans joint. Cette
 25 propriété concerne tout particulièrement toute paroi latérale du four (sur les côtés) qui fait partie de l'enveloppe réfractaire et peut donc avoir un caractère monolithique.

L'enveloppe métallique, le cas échéant munie en son intérieur de la feuille intermédiaire fibreuse, peut servir de forme externe de moulage pour l'opération
 30 de coulée du béton. Pour cette coulée, on prévoit également une forme interne de moulage de façon à ménager le volume utile du futur four final, le béton étant coulé entre ces deux formes de moulage. Ainsi, l'enveloppe métallique peut jouer un rôle multiple:

- refroidissement du four,
- homogénéisation de la température du four,
- le cas échéant support des ailettes,
- le cas échéant moule pour la coulée du béton.

5 Le béton est du type réfractaire. Il peut s'agir de béton fabriqués à partir de grains d'AZS (Alumine Zircone Silice) ou d'alumine électrofondue et/ou d'oxyde de chrome comme par exemple ceux de marque Ergal, Ersol, Erchrome commercialisés par la société SEFPRO. Le béton se prépare de façon classique par mélange de poudre et d'eau. On doit prévoir suffisamment d'eau pour que le
10 béton se répartisse correctement dans le moule.

Avec ce type de béton, on a observé une tenue satisfaisante jusqu'à 1500°C. Le four est plutôt destiné à fonctionner jusqu'à 1400°C.

Le métal de l'enveloppe métallique peut être en acier standard, réfractaire ou inoxydable (exemples d'aciers : 304, 316, 316L), un inconel ou tout autre métal
15 résistant à l'air ambiant aux températures à laquelle l'enveloppe est portée.

Avant de couler le béton, il convient de placer aux endroits idoines des pièces d'obstructions ou des bouchons ménageant les orifices nécessaire à l'installation de brûleur(s), de cheminée(s), de moyen d'introduction de la matière à traiter dans le four. Le béton se répartira donc autour de ces bouchons et
20 lorsqu'il sera durci, il suffira d'enlever ces bouchons pour découvrir les orifices nécessaires. Les orifices nécessaires auront bien entendu également été prévus dans l'enveloppe métallique. On peut ainsi ménager les orifices nécessaires à l'installation des divers accessoires du four comme pour l'introduction des matières à chauffer (pouvant être assurée par une vis sans fin), au moins un
25 brûleur, aérien ou immergé, une cheminée, une sortie des matières fondues pouvant être une gorge ou un déversoir ou de tout type adapté. Ces accessoires peuvent notamment être scellés par un béton du même type que celui utilisé pour réaliser les parois en béton moulé du four.

Les enveloppes métalliques et réfractaires peuvent être de section carrée
30 ou rectangulaire ou autre, perpendiculairement à l'axe vertical du four. On préfère une section circulaire car cela est préférable pour l'homogénéité de la température pour le four en fonctionnement, et parce que la réalisation d'enveloppes cylindriques est particulièrement aisée. On pourrait également réaliser des

enveloppes sphériques (particulièrement avantageux sur le plan de l'homogénéité de la température dans le four). Pour ce faire, la forme intérieure de moulage serait également sphérique et pourrait être en un matériau combustible comme en polystyrène, ou en bois en en plastique, ou en élastomère (ce pourrait être un
 5 ballon gonflé) et il suffirait de la brûler pour l'enlever (démoulage). La forme intérieure de moulage pourrait avoir un fond hémisphérique, c'est-à-dire combinant un corp principal cylindrique et un fond hémisphérique. Notamment, un brûleur immergé pourrait être placé au milieu de ce fond hémisphérique.

La forme intérieur de moulage étant destinée à être enlevée après
 10 durcissement du béton, elle peut être en tout matériau résistant à la coulée du béton : métal comme l'acier, tôle métallique, bois, plastique, etc.

Le mode de chauffage du four peut-être de tout type : électrique, à brûleurs aériens, à brûleurs immergés, ou une combinaison d'au moins deux de ces modes de chauffage. L'invention est particulièrement adaptée aux four de faible
 15 dimensions pouvant être de faible tirée, et/ou aux fours à haut rendement et autorisant une tirée substantielle en dépit d'une faible dimension (faible surface au sol). En effet, le fait que l'on joue sur un équilibre entre chaleur apportée dans le four et chaleur évacuée par l'enveloppe métallique convient mieux aux four de faibles dimensions. De ce fait, le four est avantageusement équipé d'au moins un
 20 brûleur immergé. Un tel four peut notamment avoir une surface au sol allant de 0,5 à 50 m², et plus particulièrement 0,8 à 6 m². L'invention convient de plus aux fours dans lesquels les parois sont relativement froides et relativement peu épaisses, en particulier aux fours chauffés par au moins un brûleur immergé qui transmet l'énergie directement dans la composition à chauffer. La technologie des brûleurs
 25 immergés est particulièrement adaptée au four selon l'invention, notamment dont les enveloppes sont cylindriques car les zones mortes sont ainsi limitées. De plus ce procédé de fusion du verre dans laquelle l'énergie est apportée au cœur du verre, permet des parois peu épaisses et relativement froides, aisément construite selon le principe décrit dans la présente demande. Notamment, l'invention est bien
 30 adaptée à la réalisation de fondoirs à cuves multiples, pour lesquels la simplicité de construction est particulièrement recherchée.

Le four selon l'invention, plus particulièrement lorsqu'il est équipé d'au moins un brûleur immergé, est bien adapté à la fabrication de frittés de coloration

ou de frites de carrelage. L'invention est particulièrement utile pour la réalisation de four de fabrication de tout type de verre, ce qui inclut les frites de coloration. En particulier, on peut réaliser au moins une ou toutes les cuves du four enseigné par la demande de brevet français 0209728 du 31 juillet 2002 :

- 5 De telles frites sont à base de silice et contiennent au moins un colorant. Ces frites ont des compositions qui sont très variables en fonction de leur utilisation. Ainsi les frites pour coloration de verre comportent-elles des oxydes colorants du type Cr_2O_3 , CoO , CuO et autres. Les frites de carrelage comportent des oxydes comme le ZnO . D'autres frites pour applications particulières peuvent comporter d'autres oxydes comme par exemple l'oxyde d'argent en petites quantités. La technologie de combustion immergée (brûleurs immergés) peut permettre l'utilisation comme matière première de certains de ces oxydes sous une forme réduite et par exemple métallique. Notamment, le métal peut être au moins l'un des métaux suivants : Zn, Cu, Cr, Ag.
- 15 L'oxydation du métal est assurée par le réglage oxydant des brûleurs de la cuve recevant ces matières premières réduites. Il suffit d'établir un excès d'oxygène qui corresponde à la quantité nécessaire pour oxyder ces matières. Ceci fonctionne bien en général si la quantité de ces matières premières réduites ne dépasse pas une certaine quantité (moins de 15% voire moins de 10% du total), car alors leur oxydation est rapide et n'affecte pas le redox du verre final. Cette oxydation rapide est favorisée par la température homogène et bien contrôlée du four tel que décrit (cuve cylindrique comportant une enveloppe en béton réfractaire, en particulier maintenu par une enveloppe métallique munie d'ailettes et refroidie par l'air). Un autre avantage de cette utilisation de matières au degré d'oxydation réduit est la
- 25 pleine utilisation de l'énergie d'oxydation de ces matières : puisque l'oxydation se produit dans la cuve même de fusion, l'énergie d'oxydation vient en déduction de l'énergie principale: il y a donc une économie d'énergie. Ainsi l'invention concerne également un procédé de fabrication d'un verre ou d'une fritte de coloration ou d'une fritte de carrelage, un métal étant ajouté aux matières vitrifiables, ledit métal
- 30 étant oxydé au cours du processus de fusion.

On peut avoir intérêt à cette utilisation dans le cas où le métal est économiquement moins cher que l'oxyde.

L'invention concerne également un procédé de fabrication d'un four, selon lequel la paroi interne du four est au moins partiellement moulée entre deux formes de moulage à partir d'un béton réfractaire. Notamment, une enveloppe métallique faisant partie intégrante du four sert de forme de moulage externe pour le béton. En particulier, le procédé de fabrication peut comprendre les étapes suivantes :

- a) on coule dans une forme externe de moulage juste le béton nécessaire pour former la sole du four, puis
- b) on laisse durcir le béton de la sole, puis
- 10 c) on place sur la sole une forme interne de moulage, puis
- d) on coule le béton entre les deux formes de moulage, puis
- e) on laisse durcir le béton entre les deux formes de moulage, puis
- f) on enlève la forme interne de moulage, puis
- 15 g) on traite thermiquement le four afin de le rendre stable pour son fonctionnement.

La figure 1 représente un four verrier du type à brûleurs immergés selon l'invention en cours de construction, vue en coupe de côté.

La figure 2 représente la forme interne de moulage de l'enveloppe en béton.

- 20 La figure 3 représente les éléments principaux du four selon l'invention en perspective.

On voit sur la figure 1 le four en construction juste après la coulée du béton réfractaire destiné à constituer l'enveloppe réfractaire. Cette construction a été réalisée selon les étapes suivantes :

- 25 1. on place sur le sol un châssis métallique 18 sur lequel on soude l'enveloppe métallique 4. On place au fond et à l'intérieur de l'enveloppe métallique une dalle 1 d'un matériau réfractaire classique. Cette dalle fera partie du four final. On a ménagé en son centre un orifice 2 afin de pouvoir placer ultérieurement un brûleur immergé. On a placé dans
- 30 l'orifice un bouchon 3 pour empêcher le béton de couler dans l'orifice. L'enveloppe métallique 4 est prête dans sa configuration finale et est munie d'ailettes de refroidissement 5. Ces ailettes sont annulaires, concentriques, soudées sur un cylindre dont l'axe correspond à l'axe

- AA' du four et qui forme le corps de l'enveloppe métallique. Cette enveloppe composée d'un cylindre et des ailettes est en acier 304. On a prévu les orifices suivants dans le cylindre de l'enveloppe métallique : a) l'orifice 6 pour l'entrée des matières premières (calcin ou autres) pouvant être sous le niveau des matières fondues (une vis sans fin pourra par exemple être prévue pour pousser les matières vitrifiables dans le four), b) l'orifice 7 pour la sortie du verre fondu, c) l'orifice 8 pour une cheminée d'évacuation des fumées. Cette cheminée est prévue latérale car elle sera ainsi moins remplie de verre solidifié suite aux importantes projections dues au brûleur immergé. Ces trois orifices sont représentées bouchés par des bouchons respectivement 9, 10, 11, pour éviter que le béton ultérieurement coulé ne s'y introduise ; on a également placé sur toute la surface interne une feuille 13 de 2 cm d'épaisseur de Kerlane (laquelle servira à encaisser les différences de dilatation entre l'enveloppe métallique et l'enveloppe réfractaire) ;
2. on coule une première quantité de béton, seulement pour former la sole du fond 12 selon un anneau entourant le bouchon 3 (lequel est suffisamment long pour traverser la sole) ;
 3. quand la sole est suffisamment solidifiée, sans être totalement sèche, on place dessus une pièce 14 cylindrique en métal (elle pourrait être en un autre matériau : plastique, bois, polystyrène, etc) qui servira de forme de moulage interne au béton coulé. Cette pièce est en fait constituée de deux demi-cylindres comme le représente la figure 2, afin de faciliter le démoulage. Cette pièce est concentrique au cylindre de l'enveloppe 13.
 4. on coule le béton 15 entre les deux formes 13 et 14 pour constituer la paroi interne du futur four verrier, alors que la sole n'est pas totalement sèche, ce qui favorise la liaison entre la sole et le cylindre en béton 15 destiné à former la paroi latérale du futur four ;
 5. on laisse sécher le béton jusqu'à solidification ;
 6. on retire le moule interne 14, ce qui est facilité grâce aux cales (que l'on retire d'abord) entre les deux demi-formes (voir figure 2).

La construction du four est ensuite achevée de façon classique : on place les éléments nécessaires au fonctionnement comme le brûleur immergé, la cheminée,

le canal d'évacuation du verre, etc, le béton ayant été coulé pour former la sole et la paroi latérale, pouvant également servir à la réalisation des scellements des différents éléments périphériques du four. La voûte du four peut être constituée d'une simple dalle en matériau réfractaire, laquelle peut d'ailleurs être réalisée dans le même béton réfractaire que la paroi interne 15 du four. Avant mise en service du four, il convient de réaliser un traitement thermique à vide pour stabiliser la structure et en particulier le béton coulé. Pour ce traitement thermique, la montée en température est progressive (par exemple entre 5 et 15°C/h). Il est préférable de monter la température au moins jusqu'à celle prévue pour le fonctionnement du four. L'enveloppe métallique et l'enveloppe réfractaire entourent toutes deux l'axe AA' en au moins un niveau horizontal BB' qui pourrait correspondre au niveau du verre à l'intérieur du four.

La figure 2 représente la forme interne de moulage (14 sur la figure 1) constituée de deux demi-cylindres 14' et 14'' séparées par deux tasseaux en bois 16 et 17 (ils pourraient être par exemple en polystyrène, ce qui permettrait de les brûler pour les enlever au démoulage). Quand on veut démouler le béton, on enlève d'abord les deux tasseaux (ou cales) 16 et 17, et il est alors très facile d'enlever les deux demi-cylindres 14' et 14''.

La figure 3 représente les principaux composants du four selon l'invention : l'enveloppe métallique 4 sur laquelle sont fixées les ailettes de refroidissement 5, la feuille fibreuse intermédiaire et le béton sec 15 formant la paroi interne du four. On a pas représenté la dalle posé sur le four pour le fermer, ni les accessoires périphériques du type cheminée, moyen d'introduction des matières vitrifiables, gorge de sortie du verre fondu, brûleur.

REVENDEICATIONS

1. Four comprenant une enveloppe métallique et une enveloppe réfractaire placée à l'intérieur de l'enveloppe métallique et destinée à venir en contact avec le contenu à chauffer par le four.
- 5 2. Four selon la revendication précédente caractérisé en ce que l'enveloppe réfractaire est en béton réfractaire moulé.
3. Four selon la revendication précédente caractérisé en ce que l'enveloppe a un caractère monolithique en au moins un niveau horizontal.
- 10 4. Four selon la revendication 2 ou 3, caractérisé en ce que les parois latérales du four font partie de l'enveloppe réfractaire et ont un caractère monolithique.
5. Four selon l'une des revendications précédentes caractérisé en ce que l'enveloppe métallique contribue au refroidissement du four et est munie d'ailettes de refroidissement.
- 15 6. Four selon la revendication précédente, caractérisé en ce qu'au moins une ailette est au moins partiellement horizontale et fait le tour du four autour de son axe vertical.
7. Four selon l'une des revendications précédentes caractérisé en ce que les ailettes luttent contre la dilatation de l'enveloppe métallique.
8. Four selon l'une des revendications précédentes caractérisé en ce qu'une
- 20 feuille compressible réfractaire est placée entre l'enveloppe métallique et l'enveloppe réfractaire.
9. Four selon l'une des revendications précédentes caractérisé en ce qu'il comprend au moins un brûleur immergé.
10. Four selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que sa
- 25 surface au sol est inférieure ou égale à 6 m².
11. Procédé de fabrication d'un four de l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que l'enveloppe réfractaire est au moins partiellement moulée à partir d'un béton réfractaire entre deux formes de moulage dont l'une est l'enveloppe métallique servant de forme de moulage externe pour ledit
- 30 béton.
12. Procédé selon la revendication précédente, caractérisé en ce qu'il comprend les étapes suivantes :

- a) on coule dans une forme externe de moulage juste le béton nécessaire pour former la sole du four, puis
b) on laisse durcir le béton de la sole, puis
c) on place sur la sole une forme interne de moulage, puis
5 d) on coule le béton entre les deux formes de moulage, puis
e) on laisse durcir le béton entre les deux formes de moulage, puis
f) on enlève la forme interne de moulage, puis
g) on traite thermiquement le four afin de le rendre stable pour son fonctionnement.
- 10 13. Utilisation du four de l'une des revendications de four précédentes pour contenir à l'état fondu un verre ou une fritte de coloration ou une fritte de carrelage.
14. Procédé de fabrication d'un verre ou d'une fritte de coloration ou d'une fritte de carrelage par un four de l'une des revendications de four précédentes, comprenant l'introduction et la fusion dans ledit four de
15 matières vitrifiables puis la sortie de matières fondues dudit four.
15. Procédé selon la revendication précédente, caractérisé en ce qu'un métal est ajouté aux matières vitrifiables, ledit métal étant oxydé au cours du processus de fusion.

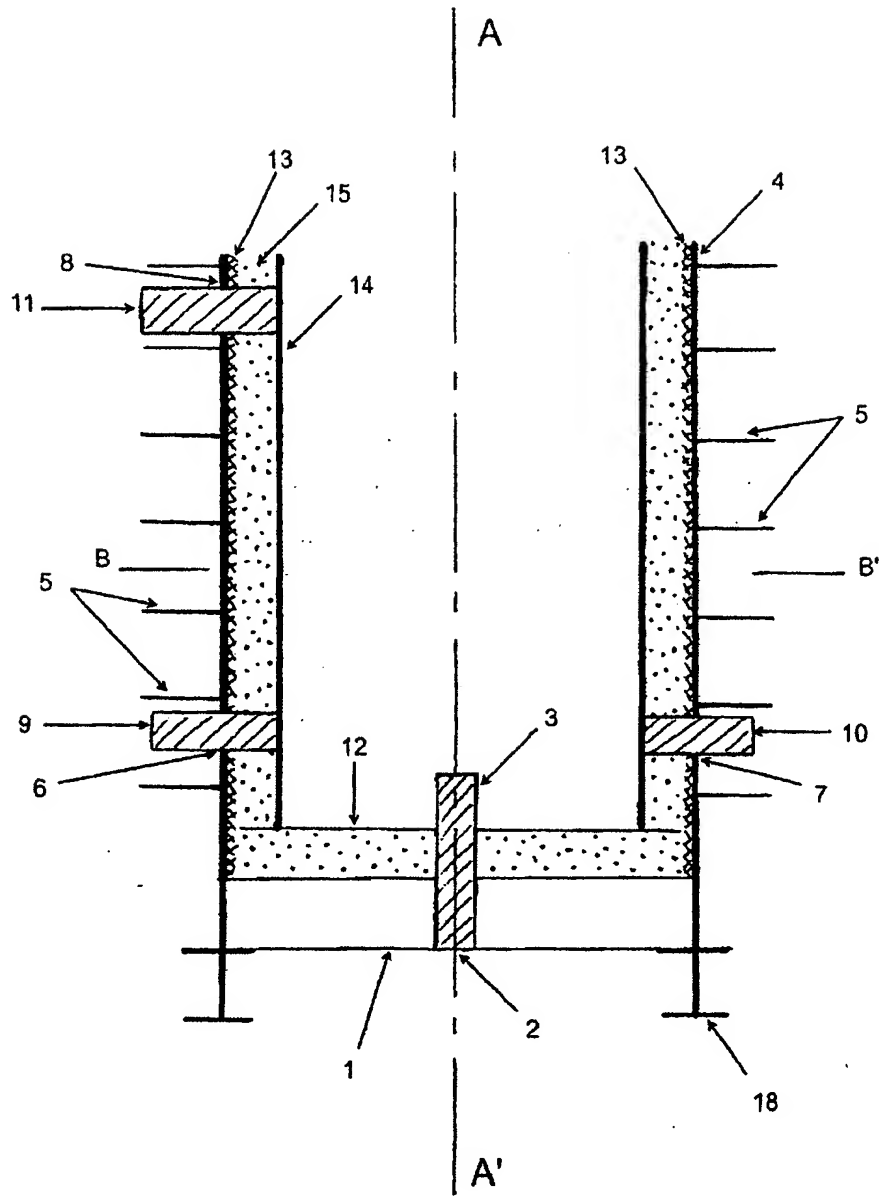


Figure 1

2 / 3

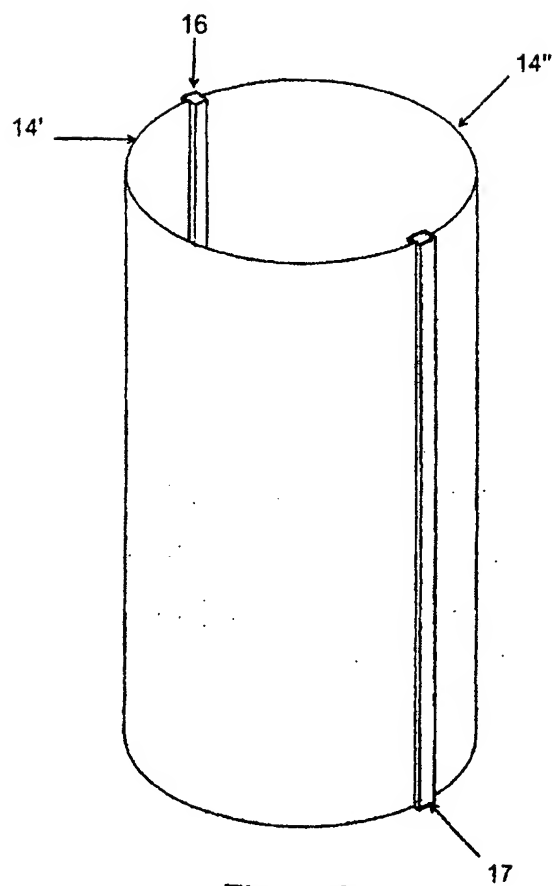


Figure 2

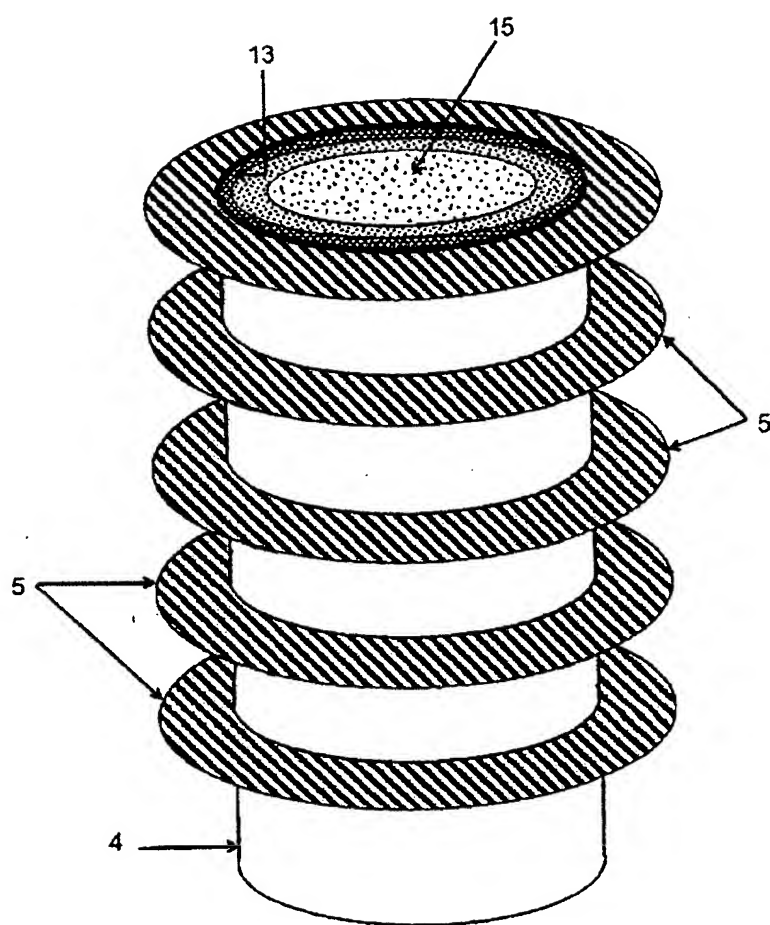


Figure 3

**RAPPORT DE RECHERCHE
PRÉLIMINAIRE**

établi sur la base des dernières revendications
déposées avant le commencement de la recherche

N° d'enregistrement
national

FA 646992
FR 0400955

DOCUMENTS CONSIDÉRÉS COMME PERTINENTS		Revendication(s) concernée(s)	Classement attribué à l'invention par l'INPI
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes		
X	US 5 779 947 A (KEISUKE ADACHI) 14 juillet 1998 (1998-07-14) * colonne 1, ligne 18 - ligne 21; revendications; figures *	1-4, 11, 12	F27D1/10 F27D1/12 F27D1/16 F27B1/14 F27B1/24 C03B5/43
X	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 0071, no. 02 (M-211), 30 avril 1983 (1983-04-30) & JP 58 023533 A (TOKYO SHIBAURA DENKI KK), 12 février 1983 (1983-02-12) * abrégé *	1, 3-8	
A	BE 438 005 A (G. MEKER) 30 mars 1940 (1940-03-30) * page 4; figure *	1, 5	
A	US 3 837 630 A (H KOHL) 24 septembre 1974 (1974-09-24) * revendications; figures *	1, 3, 4, 8, 11, 12	
A	DE 198 02 207 A (INTOCAST AG) 29 juillet 1999 (1999-07-29) * revendication 1; figures *	9	DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHÉS (Int. CL. 7)
A	US 3 963 815 A (EZAKI TOSHIYUKI) 15 juin 1976 (1976-06-15) * colonne 4, ligne 41 - ligne 65; figure 1 *	9	F27D F27B C03B
Date d'achèvement de la recherche		Examinateur	
17 septembre 2004		Coulomb, J	
CATÉGORIE DES DOCUMENTS CITÉS		T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet bénéficiant d'une date antérieure à la date de dépôt et qui n'a été publié qu'à cette date de dépôt ou qu'à une date postérieure. D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons & : membre de la même famille, document correspondant	
X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : arrière-plan technologique O : divulgation non-écrite P : document intermédiaire			

**ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE
RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET FRANÇAIS NO. FR 0400955 FA 646992**

La présente annexe indique les membres de la famille de brevets relatifs aux documents brevets cités dans le rapport de recherche préliminaire visé ci-dessus.
Les dits membres sont contenus au fichier informatique de l'Office européen des brevets à la date du 17-09-2004
Les renseignements fournis sont donnés à titre indicatif et n'engagent pas la responsabilité de l'Office européen des brevets, ni de l'Administration française

Document brevet cité au rapport de recherche		Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
US 5779947	A	14-07-1998	CA 2190701 A1	19-05-1998
			JP 9068391 A	11-03-1997
JP 58023533	A	12-02-1983	AUCUN	
BE 438005	A		AUCUN	
US 3837630	A	24-09-1974	DE 2213392 A1	11-10-1973
			BE 796875 A1	16-07-1973
			CH 589831 A5	15-07-1977
			DK 130551 B	03-03-1975
			ES 412759 A1	16-01-1976
			FR 2180681 A1	30-11-1973
			GB 1404274 A	28-08-1975
			IT 981493 B	10-10-1974
			JP 49018704 A	19-02-1974
			NL 7303794 A	24-09-1973
			NO 134434 B	28-06-1976
DE 19802207	A	29-07-1999	DE 19802207 A1	29-07-1999
			WO 9937422 A1	29-07-1999
			EP 1049550 A1	08-11-2000
			JP 3361089 B2	07-01-2003
			JP 2002526260 T	20-08-2002
			ZA 9900361 A	20-07-1999
US 3963815	A	15-06-1976	JP 51008608 B	18-03-1976
			AU 4442172 A	17-01-1974
			DE 2233894 A1	25-01-1973
			ES 404709 A1	16-06-1975
			GB 1374493 A	20-11-1974
			IT 964541 B	31-01-1974

EPO FORM P0465

Pour tout renseignement concernant cette annexe : voir Journal Officiel de l'Office européen des brevets, No.12/82